

## PROJEKTBERICHT

### Monitoringsystem für „Itaipu Binacional“, das weltgrösste Wasserkraftwerk

#### Alarmierung, Visualisierung und Analyse

##### Aufgabe

Das Wasserkraftwerk Itaipu – auf der Grenze zwischen Brasilien und Paraguay gelegen – produziert jährlich mehr als 80'000'000 MWh Strom. Dies deckt 26% des Bedarfs in Brasilien und 78% in Paraguay.

Zur kontinuierlichen Optimierung der Leistung und um die Kosten für die Wartung zu minimieren, wurde ein Monitoringsystem in Auftrag gegeben. Es soll neben der Alarmierung auch Kraftwerksspezialisten dabei unterstützen, Messdaten aus dem laufenden Betrieb zu analysieren.



##### Herausforderung

Die Grössenordnung des Kraftwerks bedeutete auch für die Software-Entwickler höchste Anforderungen:



- Generatoren liefern Daten von mehr als 10'000 Sensoren
- Unterschiedliche Sensoren an Generatoren verschiedener Hersteller und für zwei Netzfrequenzen (50 Hz / 60 Hz)
- Heterogene Systemlandschaft
- Alarmierung innert 10 Sek.

- Verarbeitung von skalaren und komplexen Daten (z.B. FFT)
- 24 MB aktuelle Messdaten alle 20 Sekunden beim Endgerät
- punktuell bis zu 134 MB Messdaten bei Auslösung von Events
- Historisierung von 100 GB Daten auf zwei Jahre in der Datenbank
- Erweiterbarkeit um neue Sensoren durch Konfiguration
- Vorbereitung für die Integration zweier weiterer Generatoren

##### Management der Schnittstellen und Software-Entwicklung

Oberon microsystems hat die übergreifende Systemarchitektur entworfen, die Systemschnittstellen mit den verschiedenen Lieferanten koordiniert und den Hauptteil der Monitoring-Software entwickelt.

#### Massgeschneiderte Systemarchitektur

##### Massgeschneiderte Kommunikation auf offenen Standards

Die Messdaten der Generatoren werden von zwei Systemen geliefert, die unabhängig voneinander entwickelt wurden. Die Kommunikation erfolgt über einheitliche Schnittstellen. Das Kommunikationsprotokoll basiert auf TCP/IP, die darüberliegenden Schichten wurden komplett selbst entwickelt und entsprechend Datenvolumen und gefordertem Datendurchsatz (über 100 MB alle 20 Sekunden) optimiert. Die Erst-Integration der verschiedenen Systeme gelang innert weniger Stunden.

Interoperabilität in  
einem verteilten und  
heterogenen System

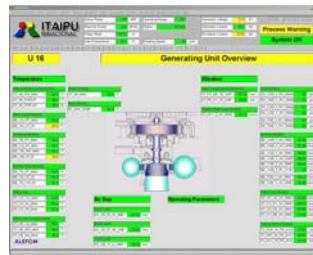
Das Design der verteilten Anwendung erlaubt es beliebig vielen Klienten, die aktuellen Messdaten über das Netzwerk zu beziehen. Das Format kann auch plattformübergreifend einfach konsumiert werden. Sowohl die Anzeige als auch die Übertragung der aktuellen Daten ist komplett unabhängig davon, wie diese Daten in eine oder mehrere Datenbanken geschrieben werden, und welche Datenbankprodukte eingesetzt werden. Zur Analyse können aktuelle Daten direkt mit historischen Daten aus der Datenbank verglichen werden.

Parallele Entwicklung auf  
UNIX und Windows

Das System kann produktiv gleichzeitig mit Windows- und UNIX-Klienten betrieben werden. Plattformunabhängigkeit garantiert Zukunftssicherheit und dient damit dem Investitionsschutz.

### Gelungene Integration von Monitoring- und Analysefunktionalität

Hypertext-Metapher  
erlaubt flexible  
Prozessabläufe

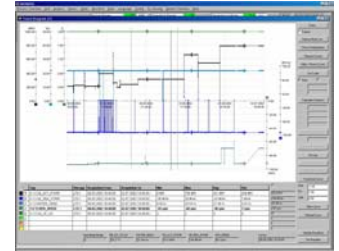


Messwerte und Alarmzustände werden mit grafischen Repräsentationen kombiniert auf verschiedenen Bildschirmmasken dargestellt. Die Integration grafischer Elemente und die thematische Gruppierung ermöglicht den Benutzern eine einfache Handhabung des Systems.

Hyperlink-basierte Strukturen erlauben einen schnellen Wechsel zwischen den verschiedenen Darstellungen, ohne die Benutzer im Arbeitsablauf einzuschränken.

Spezifische grafische  
Analysemöglichkeiten und  
Service-Funktionalität

Es stehen vielfältige Analysefunktionen zur Verfügung, die zum grossen Teil spezifisch auf die Analyse bestimmter Eigenschaften der Generatoren zugeschnitten sind. Dies umfasst einfache Tabellen, Balkengrafiken sowie Polar- und Rechteckdiagramme. Die Visualisierung vereinfacht so den Messwertvergleich und die Bestimmung von Trends und charakteristischen Werten.



Daneben existiert komplementäre Funktionalität, die die Annotierung von Messwerten mit Notizen sowie Filtermöglichkeiten und Reports umfasst.

Autodiagnose

Das Monitoringsystem überwacht zusätzlich die interne Hardware für die Akquisition, Datenübertragung und -speicherung. Teilausfälle des Systems werden vom System selbst diagnostiziert und grafisch angezeigt.

Anpassung  
am laufenden System

Der Einsatz einer integrierten Entwicklungs- und Laufzeitumgebung bringt zusätzliche Flexibilität. Die Anordnung vorhandener und das Hinzufügen weiterer User-Interface Elemente kann bei laufendem System erfolgen. Damit können direkt die Anforderungen der Benutzer unter realistischen Bedingungen umgesetzt werden.

Eingesetzte Produkte  
im Gesamtsystem

- UNIX Workstations für das übergreifende Monitoringsystem
- Windows-basierte Industrie PC für die Datenakquisition und die lokale Version des Monitoring- und Diagnosesystems MONDIG
- Oracle Datenbank auf UNIX Server mit Hardware RAID für historische Daten, Alarm- und Konfigurationsdaten
- GPS zur Zeitsynchronisation
- 100 MBit TCP/IP Netzwerk